

Thomson Delphion

Search Products Inside Delphion

My Account | Products Search: Quick/Number Boolean Advanced

The Delphion Integrated View

Get Now: Buy PDF - 18pp [PDF](#) | More choices... Tools: Add to Work File: [Create new Work File](#)

View: [Expand Details](#) | [INPADOC](#) | Jump to: [Top](#) Go to: [Derwent](#) Email this to

Title: **EP0076866A1: Interpolating light section process** [\[German\]](#) [\[French\]](#)

Derwent Title: [Roughness measuring system achieving high depth resolution - phase analyses three bar patterns projected onto surface](#) [\[Derwent Record\]](#)

Country: EP European Patent Office (EPO)

Kind: A1 Publ. of Application with search report! (See also: [EP0076866B1](#))

Inventor: Korth, Hans-Erdmann;

Assignee: IBM DEUTSCHLAND GMBH
[International Business Machines Corporation](#)
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

View Images

Published / Filed: 1983-04-20 / 1981-10-09

Application Number: EP1981000108094

IPC Code: G01B 11/30;

Priority Number: 1981-10-09 EP1981000108094

Abstract: 1. A light sectioning method with stripe-illumination of the object surface to be tested, characterized in that three spectrally differently encoded stripe patterns, whose local intensities are sinusoidal and displaced relative to each other by + and -120 degrees, respectively (Fig. 2A), are projected on to the object surface (104), and in that, in the images of the stripe patterns generated at an angle alpha to the direction of projection, the relative phase of each image point is determined by measuring the intensity of each of the spectrally differently encoded stripe patterns.

INPADOC Legal Status: [Show legal status actions](#) Get Now: [Family Legal Status Report](#)

Designated Country: DE FR GB IT

Family: [Show 5 known family members](#)

Forward References:

[Go to Result Set: Forward references \(7\)](#)

| PDF | Patent | Pub.Date | Inventor | Assignee | Title |
|--------------------------|---------------------------|------------|------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> | US6438272 | 2002-08-20 | Huang; Peisen S. | The Research Foundation of State University of NY | Method and apparatus for dimensional surface control using a digital video projection system |
| <input type="checkbox"/> | US6252623 | 2001-06-26 | Lu; Taiwei | 3DMetrics, Incorporated | Three dimensional imaging system |

| | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|------------|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> | US5640962 | 1997-06-24 | Jean; Benedikt | Technomed Gesellschaft fur Med. und Med. Techn. Systeme mbH | <u>Process and device for determining the topographical reflecting surface</u> |
| <input type="checkbox"/> | US5307151 | 1994-04-26 | Hof; Albrecht | Carl-Zeiss-Stiftung | <u>Method and apparatus for dimensional optical measurement of object surfaces</u> |
| <input type="checkbox"/> | US5202749 | 1993-04-13 | Pfister; Klaus | | <u>Process and device for observing moire patterns on surfaces to be tested by application of the moire method using phase shifting</u> |
| <input type="checkbox"/> | DE3938714A1 | 1991-05-29 | Breuckmann, Bernd, Dr., 7758 Meersburg, DE | Breuckmann, Bernd, Dr., 7758 Meersburg, DE | <u>Verfahren zur optischen Erfassung von Formen von Objekten</u> |
| <input type="checkbox"/> | DE3721749A1 | 1989-01-12 | Thieme, Werner, Dr. | MAN Technologie GmbH, 8000 Muenchen, DE | <u>Verfahren und Vorrichtung fuer beruehrungslosen Erfassung der Form von Gegenstaende</u> |

Other Abstract Info:

None

Inquire Regarding Licensing

Business Intelligence Reports - CII Research Inc.

Plaques from Patent Awards

Gallery of Obscure Patents

[Nominate this for the Gallery...](#)

Powered by Verity

© 1997-2004 Thomson

[Research Subscriptions](#) | [Privacy Policy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact Us](#) | [Help](#)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

0 076 866
A1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 81108094.4

⑮ Int. Cl.: G 01 B 11/30

⑭ Anmeldetag: 09.10.81

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 20.04.83
Patentblatt 83/16

⑰ Anmelder: IBM DEUTSCHLAND GMBH,
Pascalstrasse 100, D-7000 Stuttgart 80 (DE)

⑯ Benannte Vertragsstaaten: DE

⑰ Anmelder: International Business Machines
Corporation, Armonk, N.Y. 10504 (US)

⑯ Benannte Vertragsstaaten: FR GB IT

⑰ Erfinder: Korth, Hans-Erdmann, Sandbergerstrasse 34,
D-7000 Stuttgart 1 (DE)

⑰ Vertreter: Teufel, Fritz, Dipl.-Phys., Schönaicher
Strasse 220, D-7030 Böblingen (DE)

⑯ Benannte Vertragsstaaten: DE FR GB IT

⑯ Interpolierendes Lichtschnitt-Verfahren.

⑰ Auf die zu untersuchende Oberfläche (104) werden drei spektral codierte Streifenmuster projiziert, deren Intensität örtlich sinusförmig variiert und die um $\pm 120^\circ$ gegeneinander verschoben sind. Zur Auswertung werden die Streifenmuster unter einem Winkel α zur Projektionsrichtung beobachtet und für jeden Bildpunkt aus der jeweiligen lokalen Intensität der drei Streifenmuster die relative Phase des Bildpunkts bestimmt. Die Phasenauswertung erfolgt mit hoher Geschwindigkeit in einer modifizierten Farbfernsehkamera (106), deren Farbleiter (108, 109, 110) auf die zur Codierung der Streifenmuster verwendeten optischen Frequenzbereiche angepaßt sind. Störungen aufgrund der Eigenfarbe des zu untersuchenden Objekts werden vermieden, wenn eine multispektrale Codierung der Streifenmuster durch optische Interferenzfilter mit kammförmigem Höhenprofil erfolgt.

A1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

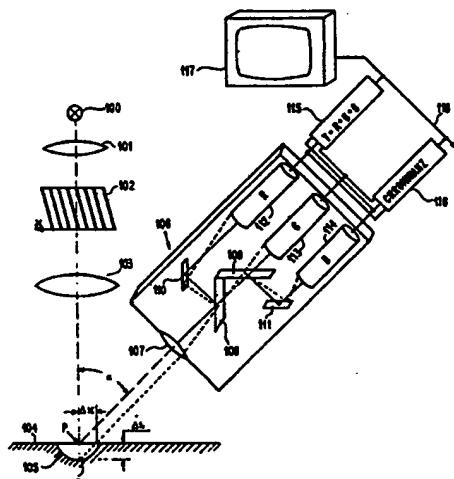
1

1

1

1

1



Interpolierendes Lichtschnitt-Verfahren

Die Erfindung betrifft ein Lichtschnitt-Verfahren nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs und Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens.

- 5 Die Lichtschnitt-Technik ist ein bekanntes Verfahren zur Untersuchung der Gestalt oder Rauigkeit von Oberflächen; dazu wird eine meist linienförmige Struktur (ein einzelnes Lichtband oder ein Hell-Dunkel-Streifenmuster) auf die zu untersuchende Oberfläche projiziert und das Objekt unter
10 einem Winkel α zur Projektionsrichtung beobachtet. Aus den Verzerrungen des Streifenmusters in dem so erzeugten Bild kann die Topographie der Oberfläche erschlossen werden, auf die das Streifenmuster projiziert wurde. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise Unebenheiten der Oberfläche, deren Neigung, Kanten usw. bestimmen.
15

Der Tiefenbereich am Objekt, der mit einem Lichtschnitt-Verfahren abgetastet werden kann, ist durch die Schärfentiefe der aufprojizierten Struktur begrenzt. Die bei der
20 Auswertung erreichbare Auflösung der Tiefe ergibt sich aus der kleinsten lateralen Verschiebung der Linienstruktur an Unebenheiten, multipliziert mit dem Tangens des Winkels α zwischen Projektionsrichtung und Beobachtungsrichtung. Da dieser Winkel α im allgemeinen klein gehalten werden muß,
25 um den Schärfentiefenbereich der Abbildung gut nutzen und die Schattenbereiche am Objekt klein zu halten, ist die Tiefenauflösung stets geringer als die laterale Auflösung. Bei stark strukturierten Objekten muß die aufprojizierte Struktur vergleichsweise großflächig sein, damit sie im
30 entstehenden Bild noch erkannt werden kann. Großflächige Linienstrukturen ergeben jedoch in vielen Fällen in sich geschlossene Linienzüge im entstehenden Bild, so daß keine eindeutige Aussage über die Objektopographie möglich ist.

0076866

- 2 -

Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, ein Lichtschnitt-Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das eine sehr hohe Tiefenauflösung besitzt; außerdem sollen Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens 5 angegeben werden.

Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1 und 7 gekennzeichnete Erfindung gelöst; Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

10

Das hier vorgeschlagene interpolierende Lichtschnitt-Verfahren mit spektralcodierten und gegeneinander phasenverschobenen Projektionsmustern erlaubt es, Oberflächentopographien mit hoher Genauigkeit in Echtzeit zu bestimmen.

15 Bei entsprechender Codierung ist das Verfahren unabhängig von der Art der Beleuchtung und der Eigenfarbe des untersuchten Gegenstands. Neben der Aufnahme von Oberflächentopographien (z. B. Erzeugung eines Höhenschichtlinienbildes) lässt sich das Verfahren aufgrund seiner hohen Arbeitsgeschwindigkeit zur Objekterkennung, beispielsweise 20 bei Industrierobotern, verwenden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

25

Fig. 1 die schematische Darstellung einer optischen Einrichtung für die Durchführung eines phasencodierten Lichtschnitt-Verfahrens,

30 Fig. 2A die örtliche Variation des spektralen Durchlaßvermögens eines Streifenfilters für eine Anordnung nach Fig. 1,

0076866

- 3 -

Fig. 2B, C, D die spektralen Durchlaßkurven von Streifenfilter und halbdurchlässigen Spiegeln für eine Fernsehkamera in einer Einrichtung nach Fig. 1,

5

Fig. 3 in den Teilfiguren A bis D die spektralen Durchlaßkurven entsprechend Fig. 2A bis D bei multispektraler Codierung,

10 Fig. 4 das Höhenprofil eines Streifenfilters für multispektrale Codierung,

Fig. 5 den schematischen Aufbau einer Einrichtung zur Durchführung eines phasenempfindlichen 15 Lichtschnitt-Verfahrens bei kleinen Gegenständen,

20 Fig. 6 den schematischen Aufbau einer Einrichtung zur Durchführung eines phasenempfindlichen Lichtschnitt-Verfahrens für großflächige Gegenstände.

Bei dem hier vorgeschlagenen phasenempfindlichen Lichtschnitt-Verfahren werden drei Streifenmuster auf die zu untersuchende Oberfläche projiziert, die jeweils eine sinusförmige örtliche Helligkeitsverteilung aufweisen und die durch spektrale Codierung voneinander unterscheidbar gemacht sind. Die drei Streifenmuster sind örtlich so angeordnet, daß sie jeweils um $\pm 120^\circ$ gegeneinander verschoben 25 sind. Die auf die zu untersuchende Oberfläche projizierten Streifenmuster werden unter einem Winkel α zur Projektionsrichtung beobachtet und an jedem Punkt des Bildfeldes die jeweilige Intensität in den drei Spektralbereichen gemessen. Da die Verschiebung der drei Sinusgitter relativ zu-

GE 981 007

einander bekannt ist (nämlich $\pm 120^\circ$), lässt sich aus den drei ermittelten Meßpunkten die relative (örtliche) Phase des betreffenden Bildpunktes eindeutig bestimmen und mit der Nominalphase vergleichen, die bei ungestörter Oberfläche vorliegen müßte. Die Bestimmung der relativen Phase lässt sich sehr einfach mit bekannten videotechnischen Mitteln durchführen.

Einzelheiten des phasenempfindlichen Lichtschnitt-Verfahrens werden nun anhand der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung erläutert. Eine Lichtquelle 100 beleuchtet über einen Kondensor 101 einen Streifenfilter 102, dessen Streifen in dem hier betrachteten Beispiel senkrecht zur Zeichenebene angeordnet seien. Bei herkömmlichen Lichtschnitt-Verfahren besteht dieses Streifenfilter abwechselnd aus undurchsichtigen und durchsichtigen Gebieten. Eine Abbildungslinse 103 bildet das Streifenfilter auf die zu untersuchende Oberfläche 104 ab, die in diesem Beispiel senkrecht zur optischen Achse des Abbildungssystems (und senkrecht zur Zeichenebene) angeordnet ist. Das aufprojizierte Streifenmuster wird unter einem Winkel α zur Projektionsrichtung beobachtet bzw. durch eine weitere Abbildungslinse 107 auf die photoempfindlichen Flächen einer Farbfernsehkamera 106 projiziert und auf einem Videomonitor 117 wiedergegeben.

Weist die Oberfläche 104 beispielsweise eine Vertiefung 105 mit Tiefe Δh auf, so erscheint der bei ungestörter Oberfläche 104 auf den Punkt P projizierte Streifen in dem Bild der Fernsehkamera um die Strecke Δx verschoben, wobei gilt:

30

$$\Delta h = \Delta x \cdot \tan \alpha$$

Aus der lateralen Verschiebung Δx im Bild kann somit die Tiefe Δh bestimmt werden.

Das oben beschriebene, im Stand der Technik verwendete Streifenfilter wird im einfachsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung durch ein Streifenfilter ersetzt, bei dem drei gegeneinander versetzte, verschieden farbige Streifenfilter überlagert sind, die jeweils in (z. B. horizontaler) X-Richtung einen sinusförmigen Verlauf der Transmission für die betreffende Lichtwellenlänge aufweisen. In Fig. 2A ist die örtliche Variation der Lichttransmission T dieses Streifengitters für die drei Wellenlängenbereiche angegeben, die in Fig. 2B mit B (für Blau), G (für Grün) und R (für Rot) bezeichnet sind. Die spektrale Transmission nach Fig. 2B entspricht in jedem der betrachteten Wellenlängenbereiche einem einfachen Absorptionsfilter. Ein Streifenfilter mit diesen Eigenschaften kann beispielsweise durch entsprechende Belichtung eines Farbdiapositivfilms erzeugt werden.

Bei der Projektion dieses farbcodierten Streifenfilters 102 auf die Oberfläche 104 bleibt die sinusförmige Intensitätsverteilung innerhalb des gesamten Schärfentiefenbereichs der Abbildung erhalten; im Punkt D der Vertiefung 105 liegt somit dieselbe relative Phasenlage der drei farbigen Einzelstreifengitter vor, wie am Punkt P der ungestörten Oberfläche.

Die Projektion des farbcodierten Streifenfilters auf die Oberfläche 104 wird mit der Farbfernsehkamera 106 abgetastet und dabei mit Hilfe der dichroitischen Strahlteiler 108, 109 in die Spektralbereiche B, G und R zerlegt, aus denen das Streifenmuster 102 besteht. Die Transmission T des dichroitischen Strahlteilers 108 weist dazu den in Fig. 2C gezeigten Verlauf auf, die Transmission T des Strahlteilers 109 den in Fig. 2D angegebenen Verlauf. Nach Reflexion an geeignet angeordneten Umlenkspiegels 110, 111 gelangen die drei Farbauszüge R, G, B zu den Aufnahmeröhren 112, 113, 114, mit denen die jeweilige spektrale Intensität

des gerade abgetasteten Bildpunktes bestimmt wird. Da diese drei Intensitätswerte jeweils einer von drei sinusförmigen Funktionen entsprechen, deren relative Phasenverschiebung bekannt ist (nämlich $\pm 120^\circ$), kann die absolute Phase (ψ) der sinusförmigen Funktionen bestimmt werden. Diese lassen sich schreiben:

$$\begin{aligned} R &= M + A \cdot \sin \psi \\ 10 \quad G &= M + A \cdot \sin (\psi + 120^\circ) \\ B &= M + A \cdot \sin (\psi - 120^\circ) \end{aligned}$$

wobei M der Mittelwert und A die Amplitude der sinusförmigen Funktion sind. Die Phase ψ ist dabei eindeutig mit der Ortskoordinate x des Streifenfilters gekoppelt.

15 Unter Beachtung der trigonometrischen Beziehung

$$\begin{aligned} (-\sin x) &= \sin(x-120^\circ) + \sin(x+120^\circ) \\ 20 \quad \cos x &= \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \{\sin(x-120^\circ) - \sin(x+120^\circ)\} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} 25 \quad M &= \frac{1}{3} (R + G + B) \\ A \cdot \sin \psi &= R - M \\ A \cdot \sin(\psi+120^\circ) &= B - M \\ A \cdot \sin(\psi-120^\circ) &= G - M \end{aligned}$$

30 folgt für die gesuchte Phase ψ :

$$\tan \psi = \sqrt{3} \cdot \frac{(G - M) + (B - M)}{(B - M) - (G - M)}$$

35 Die Größen M und $G - M$, $B - M$ werden bei der Verarbeitung von Videosignalen zu deren Übertragung nach der Videonorm ebenfalls erzeugt (sogenanntes Y- oder Luminanzsignal

- R + B + G und das Chrominanzsignal, das aus den Linearkombinationen B - Y und R - Y erzeugt wird). Die Phasenlage ψ jedes Bildpunkts x_o im abgetasteten Bild der Oberfläche 104 kann somit ohne weiteres in den üblichen Fernsehschaltkreisen 115 und 116 erzeugt werden und gestattet so auf dem Monitor 117 die Anzeige der jeweiligen Phasenlage der Bildpunkte. Ändert sich die Phasenlage eines Bildpunkts im Vergleich zu einem Referenzpunkt, beispielsweise wenn der Bildpunkt in der Vertiefung 105 der Oberfläche liegt, so läßt sich aus der Phasenänderung die entsprechende Höhenänderung Δh bestimmen. Schaltungstechnische Einzelheiten der videotechnischen Signalverarbeitung sind beispielsweise in der europäischen Patentanmeldung 81 102 553.5 beschrieben.
- 15 Durch die sinusförmige Modulation der drei Bestandteile des Streifenfilters 102 ist eine sehr feine Interpolation zwischen den einzelnen Streifen möglich, so daß sich eine sehr hohe Tiefenauflösung dieses Lichtschnitt-Verfahrens ergibt. Die punktweise Bestimmung der relativen Phase über das gesamte Bild und die visuelle Darstellung der Phasenbeziehungen der einzelnen Punkte erfolgt mit den oben beschriebenen fernsehtechnischen Mitteln sehr schnell, so daß hier eine Echtzeitauswertung zur Verfügung steht.
- 20
- 25 Die Ausgangssignale der Farbfernsehkamera 106 können außerdem zur weiteren Verarbeitung an einen Rechner gegeben werden (über Leitung 118), der mit dieser Information Höhenschnittlinien erzeugen kann oder über die zur Objekterkennung notwendigen Algorithmen verfügt.
- 30
- 35 Beim bisher beschriebenen Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Streifenfiltern, die durch ihre Farbe R, G, B unterschieden werden, kann die Phasenauswertung in der Farbfernsehkamera durch die Eigenfarbe des untersuchten Objekts gestört werden. Zur Behebung dieser Schwierigkeit können Streifenfilter dienen, in denen die drei beteiligten, ört-

lich gegeneinander verschobenen sinusförmigen Streifenmuster (Fig. 3A) nicht durch enge Spektralbereiche, wie in Fig. 2B, unterschieden werden, sondern durch eine Vielzahl von einzelnen, sehr engen Spektralbereichen ("Spektrallinien"). Die
5 spektrale Durchlässigkeit eines derartigen Filters ist schematisch in Fig. 3B dargestellt: Zum ersten Streifenmuster gehören alle gestrichelt dargestellten Spektrallinien I, zum zweiten Streifenmuster alle ausgezogenen dargestellten Spektrallinien II und zum dritten Streifenmuster alle strichpunktierten Spektrallinien III. Die Linien I, II und III liegen jeweils eng benachbart bei Wellenlängen x_1, x_2, x_3, \dots . Zur spektralen Trennung der drei Streifenmuster müssen die Strahlteilerplatten 108 und 109 in der Farbfernsehkamera 106 die in Fig. 3C bzw. Fig. 3D dargestellte spektrale Durchlässigkeit
10 aufweisen: die erste Teilerplatte reflektiert alle Spektrallinien I, die zweite alle Linien II.
15

Eine derartige Multispektral-Codierung der einzelnen Streifenmuster im Streifenfilter 102 lässt sich mit Hilfe optischer
20 Kammfilter erreichen. Es handelt sich dabei um dielektrische Filter, die aus einer oder mehreren dünnen transparenten Schichten bestehen; die Dicke der Schichten bestimmt die spektrale Lage der Durchlässigkeit, die Anzahl der Schichten
25 die spektrale Breite der Durchlassbereiche. Ein Streifenfilter mit einer spektralen Durchlässigkeit nach Fig. 3B und örtlich sinusförmig varierender Durchlässigkeit nach Fig. 3A lässt sich mit einer örtlich varierenden Schichtdicke erzeugen.

In Fig. 4 ist das Höhenprofil 41 über der Ortskoordinate x
30 eines Streifenfilters dargestellt, das diese gewünschten Eigenschaften hat. Es besteht aus verschiedenen, aneinander anstoßenden Zonen 42, 43, 44, die jeweils eine unterschiedliche Dicke (d_1, d_2, d_3) aufweisen und daher unterschiedliche Spektralbereiche durchlassen und deren Breite (b_1, b_2, b_3) in periodischer Weise zu- und abnimmt. Im Beispiel von Fig. 4 sind die Breiten (in μm) der einzelnen Zonen durch folgende Ausdrücke bestimmt:

$$\begin{aligned} b_1 &= 1,5 + \cos \psi \\ b_2 &= 1,5 + \cos(\psi + 120^\circ) \\ b_3 &= 1,5 + \cos(\psi - 120^\circ) \end{aligned}$$

- 5 Der Winkel ψ entspricht dem früher besprochenen Phasenwinkel; im Beispiel von Fig. 4 ist er so gewählt, daß einer Strecke von $90 \mu\text{m}$ in X-Richtung ein Phasenwinkel von 4π entspricht. Die Konstante 1,5 ist so gewählt, daß auch die kleinste entstehende Zonenbreite noch mit photolithographischen Methoden hergestellt werden kann. Die Dichte der Zonen (Anzahl pro Phasenintervall 2π) wird so gewählt, daß das entstehende Linienmuster beim Projizieren auf den zu untersuchenden Gegenstand nicht mehr aufgelöst wird.
- 10
- 15 Die örtliche spektrale Durchlässigkeit eines Interferenzfilters mit verschiedenen Stufenhöhen ist in Fig. 4 ebenfalls eingezeichnet. Die der Stufenhöhe d_3 entsprechende Frequenz wird an allen Stellen mit relativ hoher Intensität durchgelassen, an denen die Bereiche mit Dicke d_3 eine hohe Breite b_3 aufweisen; infolge der periodischen Breitenvariation ergibt sich angenähert die in Fig. 4 mit Bezugssymbolen 45 gekennzeichnete sinusförmige Durchlaßkurve für diese Frequenz. Die den anderen beiden Zonen mit Dicke d_2 und d_1 zugeordneten Durchlaßkurven 46 und 47 sind ebenfalls angenähert sinusförmig und gegenüber der Kurve 45 um $\pm 120^\circ$ verschoben.
- 20
- 25

Die Herstellung derartiger Streifenfilter kann auf photolithographischem Weg erfolgen, wobei nur eine Ätzmaske erforderlich ist, die beim Ätzen der beiden um $\pm 120^\circ$ versetzten Zonenmuster entsprechend verschoben wird.

Fig. 5 zeigt eine optische Anordnung für ein interpolierendes Lichtschnitt-Verfahren, bei dem der zu untersuchende

- Gegenstand 503 einen kleineren Durchmesser als die Projektionsoptik 502 und die Abbildungsoptik 504 aufweist. Das Streifenfilter 500 wird mit einer Köhler'schen Beleuchtungseinrichtung von rechts beleuchtet (Abbild der Lichtquelle im Abbildungsobjektiv 502). Die Projektionsapertur ist durch eine Aperturblende 501 in der rückwärtigen Brennebene der Abbildungsoptik 502 begrenzt, so daß die Oberfläche des Objekts 503 von parallelen Streifen beaufschlagt wird. In diesem Fall besteht eine lineare Beziehung zwischen der Lage eines Oberflächenpunktes und der Phase des Bildpunkts auf der Bildebene 506, der über die Abbildungsoptik 504 und eine in deren rückwärtigem Brennpunkt angeordnete Aperturblende 505 erzeugt wird.
- 15 In Fig. 6 ist eine optische Anordnung für ein interpolierendes Lichtschnitt-Verfahren dargestellt, das für großflächige Objekte 602 Anwendung findet. Ohne Begrenzung von Projektions- und Abbildungsapertur erhält man divergierende Streifenebenen 605, so daß keine lineare Beziehung zwischen Objektlage und Phase mehr besteht. Zur eindeutigen Bestimmung der Objektoberfläche 602 müssen die einzelnen Streifen, die über die Abbildungsoptik 606 auf der Bildebene 607 entstehen, identifiziert werden. Hat die Oberfläche keine Schattenzonen, so genügt das Abzählen der Streifen, z. B. vom Rand des Streifenfilters. Im allgemeinen Fall muß jeder Streifen bzw. jede Gruppe von Streifen, die im kleinstmöglichen zusammenhängenden Feld erkannt werden soll, markiert werden. Dies kann z. B. durch Modulation des Weißlichtanteils geschehen; dazu wird dem vom Streifenfilter erzeugten Spektrum ein Weißlichtanteil überlagert, der ortsabhängig ist. Im einfachsten Fall handelt es sich dabei um einen Weißlichtanteil, der von einem Referenzpunkt ausgehend stetig zunimmt. Wird neben der Phase im spektralcodierten Licht auch die Intensität des Weißlichts

0076866

- 11 -

gemessen, so können Oberflächenpunkte mit gleicher Phase,
aber verschiedenem Weißlichtanteil, ohne weiteres vonein-
ander unterschieden werden.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Lichtschnitt-Verfahren mit streifenförmiger Beleuchtung der zu untersuchenden Objektfläche, dadurch gekennzeichnet,
daß auf die Objektfläche (104) drei spektral codierte Streifenmuster projiziert werden, deren örtliche Intensitäten einen sinusförmigen, um + bzw. - 120° gegeneinander verschobenen Verlauf (Fig. 2A) aufweisen, und daß in den unter einem Winkel α zur Projektionsrichtung erzeugten Abbildungen der Streifenmuster die relative Phase eines jeden Bildpunktes durch Messung der Intensität jedes der spektral codierten Streifenmuster ermittelt wird.
2. Lichtschnitt-Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß zur spektralen Codierung jeweils verschiedene enge Ausschnitte aus dem optischen Spektrum verwendet werden (Fig. 2B).
- 20 3. Lichtschnitt-Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß zur spektralen Codierung Multispektrallinien eines Interferenzfilters (Fig. 4) verwendet werden (Fig. 3B).
- 25 4. Lichtschnitt-Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,
daß die Streifenmuster durch Parallelprojektion auf die zu untersuchende Objektfläche abgebildet werden (Fig. 5).

5. Lichtschnitt-Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Streifenmuster mit divergentem Strahlengang
auf die zu untersuchende Objektfläche abgebildet werden (Fig. 6).
- 10 6. Lichtschnitt-Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur eindeutigen Unterscheidung von Bildpunkten
mit gleicher Phase den spektral codierten Streifen-
mustern ein Weißlichtanteil überlagert wird, der eine
eindeutige Funktion der Objektpunkte ist.
- 15 7. Einrichtung zur Durchführung des Lichtschnitt-Verfah-
rens nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Phasenauswertung der Bildpunkte mit einer modi-
fizierten Farbfernsehkamera (106) erfolgt, deren Farb-
teiler (108, 109, 110) auf die zur Codierung der Strei-
fenmuster verwendeten Frequenzen abgestimmt sind.
- 20 8. Einrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Ausgangssignale (R, G, B) der Farbfernsehkame-
ra (106) an sich bekannten videotechnischen Verknüp-
fungsschaltung (Luminanz 115; Chrominanz 116) zuge-
führt werden.
- 30 9. Einrichtung nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Phase jedes Bildpunktes auf einem an die Kamera
(106) angeschlossenen Farbmonitor (117) visuell darge-
stellt wird.

FIG. 1

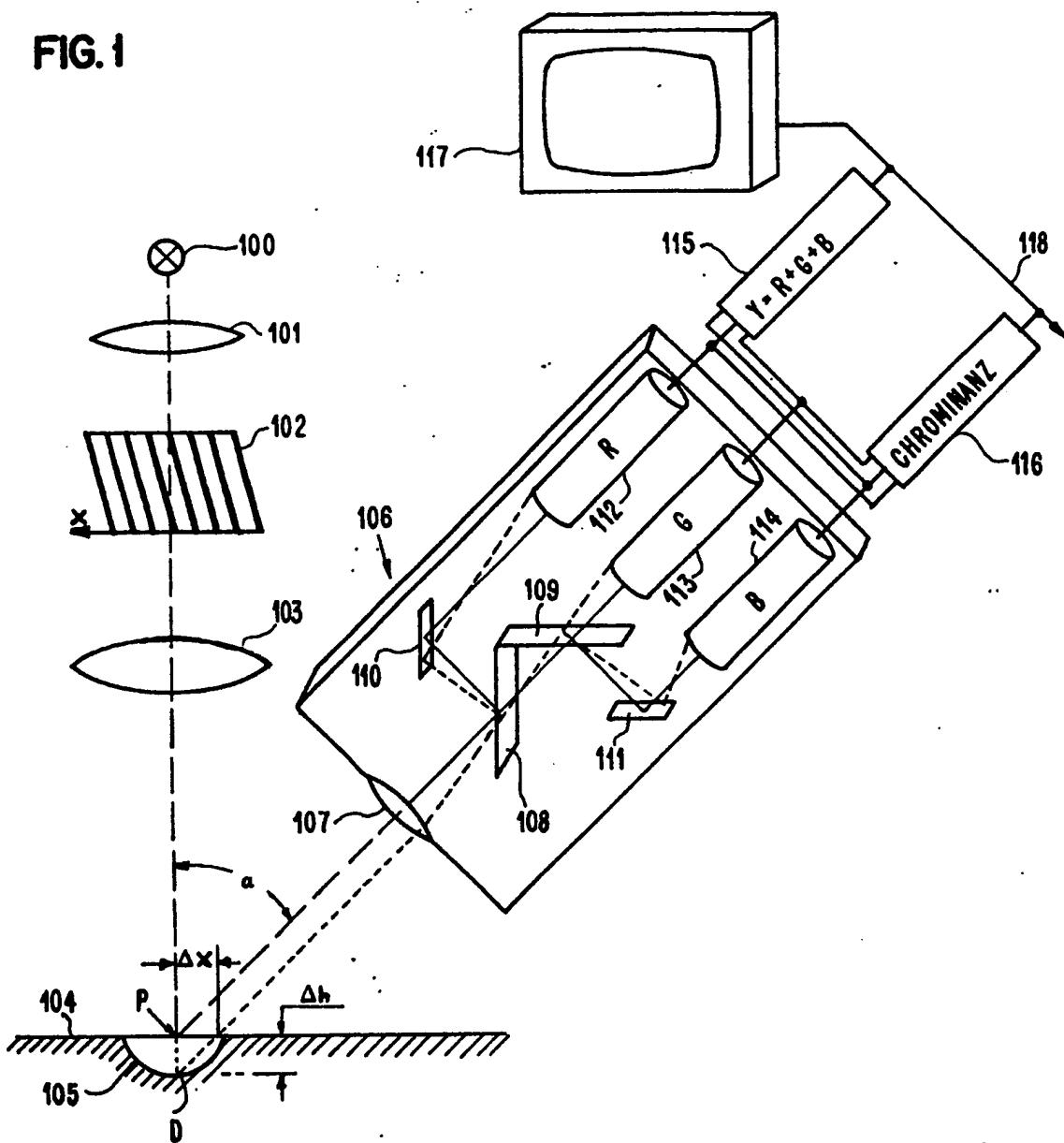
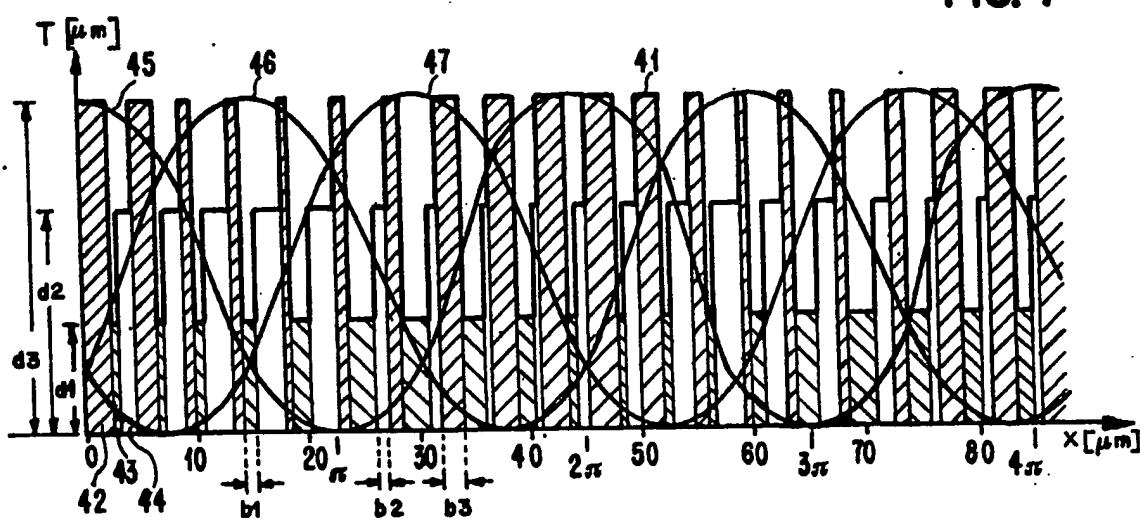
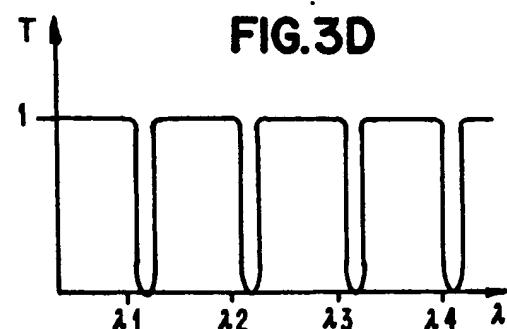
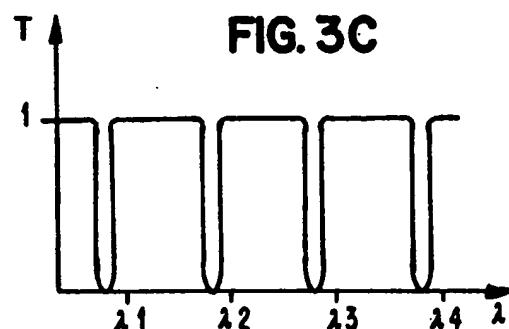
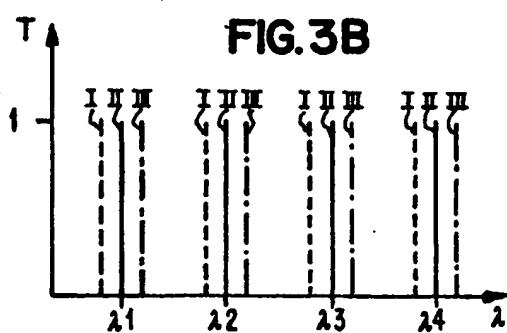
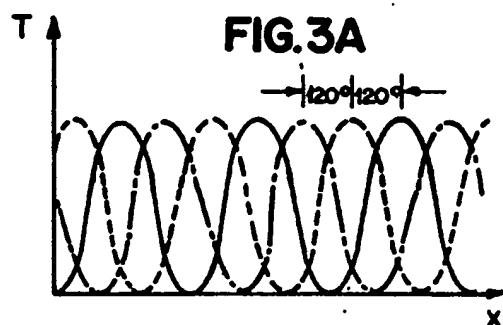
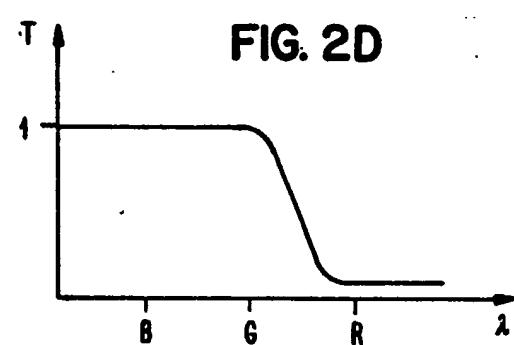
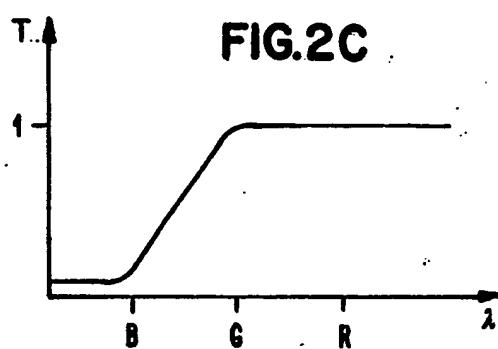
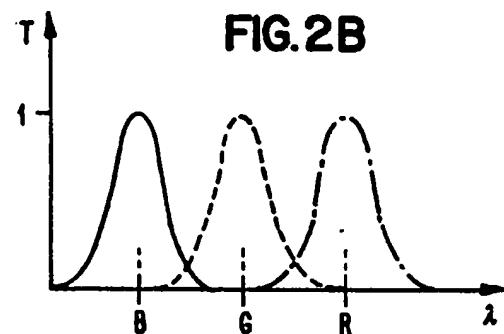
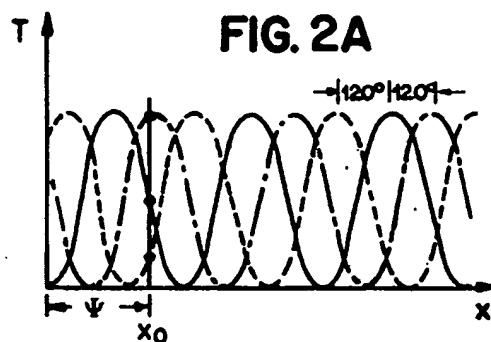


FIG. 4





0076866

3 / 3

FIG. 5

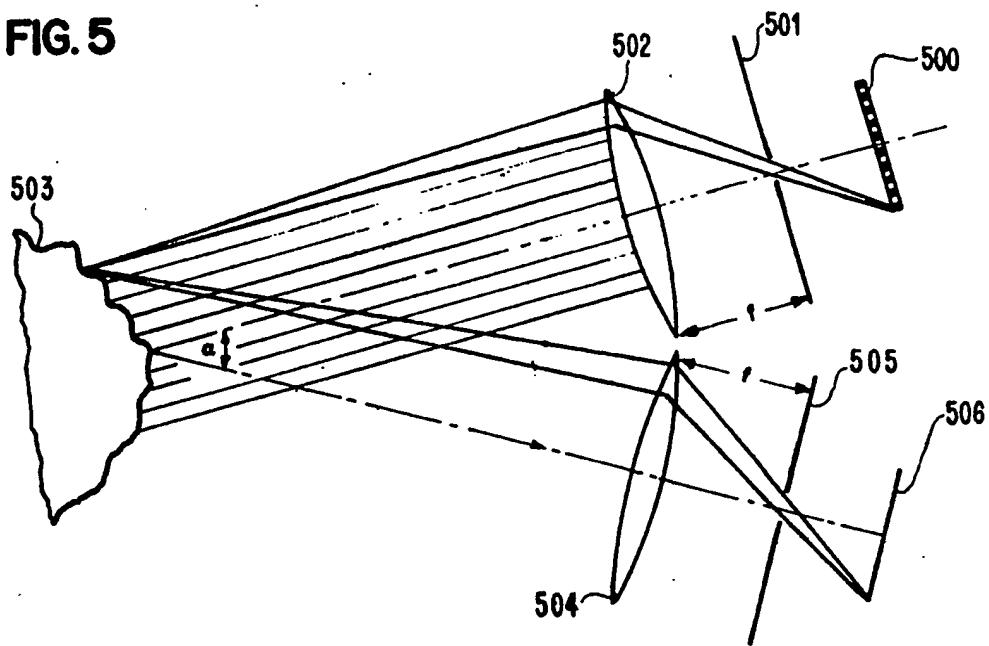
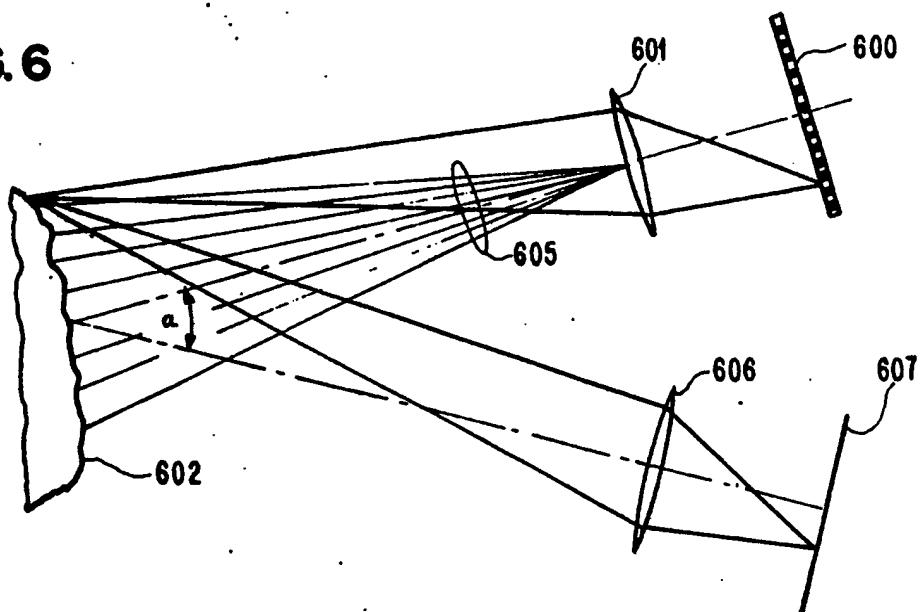


FIG. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0076866
Nummer der Anmeldung

EP 81 10 8094.4

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 1) |
|------------------------|---|-------------------|--|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | betrifft Anspruch | |
| A | <p>DE - B2 - 2 601 369 (FUJI PHOTO OPTICAL CO.) * Ansprüche *</p> <p>-----</p> | 1 | G 01 B 11/30 |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl. 2) |
| | | | G 01 B 11/30 |
| | | | KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE |
| | | | X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument B: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |
| X | Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt. | | |
| Recherchenort | Abschlußdatum der Recherche | Prüfer | |
| Berlin | 26-05-1982 | KÖHN | |